



(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Überwachungsverfahren für einen Aktor (CP), insbesondere für einen piezoelektrischen Aktor (CP) eines Einspritzventils einer Brennkraftmaschine, mit den folgenden Schritten: Messung des in einem Aktorstromkreis durch den Aktor (CP) fließenden elektrischen Stroms (iR1), Messung des in dem Aktorstromkreis vor oder nach dem Aktor (CP) fließenden elektrischen Stroms (iR3), Vergleich der beiden gemessenen Ströme (iR1, iR2) zur Erkennung einer Störung und Erzeugung eines die Störung anzeigen Diagnosesignals (DIAG) in Abhängigkeit von dem Vergleich. Es wird vorgeschlagen, dass das Diagnosesignal (DIAG) zur Unterscheidung eines Massekurzschlusses, eines Spannungskurzschlusses und eines fehlerfreien Zustands in Abhängigkeit von dem Vergleich der gemessenen Ströme mindestens drei verschiedene Werte annimmt. Weiterhin umfasst die Erfindung eine entsprechende Treiberschaltung.

Beschreibung

Überwachungsverfahren für einen Aktor und zugehörige Treiberschaltung

5

Die Erfindung betrifft eine Treiberschaltung für einen Aktor, insbesondere für einen piezoelektrischen Aktor für ein Einspritzventil einer Brennkraftmaschine, sowie ein Überwachungsverfahren für eine derartige Treiberschaltung.

10

In modernen Einspritzanlagen für Brennkraftmaschinen werden piezoelektrische Aktoren als Stellglieder für die Einspritzventile eingesetzt, was im Vergleich zu herkömmlichen Magnetventilen eine hochdynamische Steuerung des Einspritzvorgangs ermöglicht. Der Hub eines derartigen piezoelektrischen Aktors und damit die Ventilstellung des zugehörigen Einspritzventils hängt von dem Ladungszustand ab, so dass der piezoelektrische Aktor entsprechend dem gewünschten Hub aufgeladen bzw. entladen werden muss.

20

Aus EP 1 138 917 A1 ist eine Treiberschaltung zur elektrischen Ansteuerung eines derartigen piezoelektrischen Aktors bekannt, die einen eingangsseitig angeordneten Gleichspannungswandler sowie einen Ladeschalter und einen Entladeschalter aufweist. Der Ladeschalter verbindet eine mit dem Aktor in Reihe geschaltete Diode mit einer Versorgungsspannung, um den Aktor aufzuladen, während der Entladeschalter den Aktor über die Diode mit Masse verbindet, um den Aktor zu entladen. Durch eine pulsweitenmodulierte Ansteuerung des Ladeschalters und des Entladeschalters lässt sich dann der gewünschte Hub des Aktors erreichen.

Darüber hinaus ermöglicht die bekannte Treiberschaltung auch die Erkennung eines Massekurzschlusses des Aktors. Hierzu wird im Rahmen einer herkömmlichen Fehlerstrommessung der durch den Aktor fließende elektrische Strom sowie der an anderer Stelle des Aktorstromkreises fließende Strom gemessen.

Bei einem fehlerfreien Betrieb müssen die beiden gemessenen Ströme übereinstimmen, wohingegen ein Kurzschluss in dem Aktorstromkreis zu unterschiedlichen Messwerten führt, da der Strom zumindest teilweise über den Kurzschluss abfließt. Die

5 beiden Messwerte werden deshalb miteinander verglichen, wobei in Abhängigkeit von dem Vergleich ein entsprechendes Diagnosesignal erzeugt wird.

Nachteilig an dieser bekannten Treiberschaltung ist zunächst

10 die Tatsache, dass bei einem Kurzschluss innerhalb einer sehr kurzen Zeitspanne von rund 10 μ s eine Abschaltung erfolgen muss, um eine Beschädigung der Treiberschaltung zu verhindern.

15 Ein weiterer Nachteil der bekannten Treiberschaltung besteht darin, dass zur Entkopplung der Fehlerstrommessung von dem

eingangsseitig angeordneten Gleichspannungswandler ein relativ hoher schaltungstechnischer Aufwand erforderlich ist. Andernfalls würde der Einfluss des Gleichspannungswandlers auf

20 die Fehlerstrommessung das Messergebnis verfälschen.

Nachteilig an der bekannten Treiberschaltung ist darüber hinaus die Tatsache, dass nicht zwischen einem Kurzschluss nach Masse und einem Kurzschluss gegenüber der Versorgungsspannung

25 unterschieden werden kann.

Der Erfahrung liegt somit die Aufgabe zugrunde, eine verbesserte Treiberschaltung bzw. ein entsprechendes Überwachungsverfahren für eine Treiberschaltung zu schaffen, wodurch eine

30 Kurzschlusserkennung und eine Unterscheidung zwischen einem Massekurzschluss und einem Batteriekurzschluss ermöglicht wird.

Diese Aufgabe wird, ausgehend von dem eingangs beschriebenen

35 bekannten Überwachungsverfahren gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1, durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1

und hinsichtlich einer entsprechenden Treiberschaltung durch die Merkmale des Anspruchs 10 gelöst.

Die Erfindung umfasst die allgemeine technische Lehre, in Abhängigkeit von dem Vergleich der gemessenen Ströme mindestens drei verschiedene Zustände zu unterscheiden und entsprechend ein Diagnosesignal mit mindestens drei möglichen Zuständen zu erzeugen.

Der im Rahmen der Erfindung verwendete Begriff eines Diagnosesignals mit mehreren möglichen Zuständen ist allgemein zu verstehen und umfasst nicht nur ein Diagnosesignal im engeren Sinne, das beispielsweise drei unterschiedliche Signalpegel annehmen kann. Es ist vielmehr auch möglich, dass das Diagnosesignal aus drei digitalen Signalen besteht, die jeweils einen fehlerfreien Betrieb, einen Massekurzschluss oder einen Kurzschluss gegenüber der Versorgungsspannung anzeigen.

Auch ist die Erfindung nicht auf den eingangs beschriebenen bekannten Typ einer Treiberschaltung beschränkt, sondern auch mit einer andersartigen Treiberschaltung realisierbar. Beispielsweise kann die Treiberschaltung einen Transistor aufweisen, wobei die Primärseite des Transistors über einen Ladeschalter mit einer Versorgungsspannung verbunden ist, während die Sekundärseite über einen Entladeschalter mit dem piezoelektrischen Aktor verbunden ist. Durch eine geeignete pulsweitenmodulierte Ansteuerung des Ladeschalters und des Entladeschalters lässt sich dann der Ladezustand des piezoelektrischen Aktors entsprechend dem gewünschten Hub einstellen, so dass das Einspritzventil zu den vorgegebenen Zeiten entweder öffnet bzw. schließt.

Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung ermöglicht darüber hinaus nicht nur eine Kurzschlusserkennung, sondern auch eine Erkennung eines Leitungsbruchs. So führt eine Unterbrechung des Aktorstromkreises in der Regel zu einem übermäßigen Spannungsanstieg in dem Aktorstromkreis. Es ist deshalb in

dieser Ausführungsform vorgesehen, dass die elektrische Spannung in dem Aktorstromkreis gemessen und das Diagnosesignal in Abhängigkeit von dem Messwert erzeugt wird, wobei das Diagnosesignal zur Unterscheidung eines fehlerfreien Betriebs, 5 eines Massekurzschlusses, Batteriekurzschlusses und einer Leitungsunterbrechung mindestens vier verschiedene Zustände annehmen kann.

10 Zur Erkennung einer Leitungsunterbrechung anhand der gemessenen Spannung bestehen verschiedene Möglichkeiten, die im folgenden kurz beschrieben werden.

15 Eine Variante der Erfindung sieht vor, dass der Spannungsanstieg ausgewertet wird, indem beispielsweise die Zeit gemessen wird, die bis zum Erreichen einer vorgegebenen Spannungsschwelle verstreicht. Diese Variante beruht auf der Erkenntnis, dass die Spannung in dem Aktorstromkreis während eines Ladevorgangs besonders schnell ansteigt, wenn die Leitung zu dem Aktor unterbrochen ist.

20 In einer anderen Variante der Erfindung wird die Spannung gemessen, die sich in dem Aktorstromkreis nach einem Ladeimpuls der Treiberschaltung einstellt. Dieser Messwert wird dann mit der bekannten Zenerspannung der Schutzdiode verglichen, um 25 das Diagnosesignal in Abhängigkeit von dem Vergleich zu erzeugen.

30 Ferner sieht eine Variante der Erfindung zur Erkennung einer Leitungsunterbrechung vor, die Spannung oberhalb des normalen Arbeitsbereichs während des Ladens zu messen, während der Ladestrom begrenzt oder die Primärseite der Treiberschaltung 35 abgeschaltet wird.

Die erfindungsgemäße Fehlerstrommessung in dem Aktorstromkreis kann auf verschiedene Weise erfolgen, wobei im folgenden einige Möglichkeiten kurz beschrieben werden.

Eine Variante der Erfindung sieht vor, dass der Strom in dem Aktorstromkreis an beiden Messpunkten masseseitig ("Low-Side") erfolgt, indem die Spannung jeweils über einem an Masse geschalteten Widerstand gemessen wird. Vorteilhaft an dieser masseseitigen Fehlerstrommessung an beiden Messpunkten ist der relativ geringe schaltungstechnische Aufwand, da die gemessenen Spannungen dem jeweiligen Strom direkt proportional sind.

5 10 In einer anderen Variante der Erfindung erfolgt die Fehlerstrommessung dagegen an beiden Messpunkten in dem Aktorstromkreis spannungsseitig mittels zweier Messwiderstände ("Shunts"), die spannungsseitig in Reihe in dem Aktorstromkreis angeordnet sind. Der Spannungsabfall über diesen Messwiderständen gibt dann den Strom in dem Aktorstromkreis wieder.

In einer weiteren Variante der Erfindung erfolgt die Fehlerstrommessung in dem Aktorstromkreis dagegen an einem Messpunkt durch einen masseseitigen Messwiderstand und an dem anderen Messpunkt durch einen spannungsseitig angeordneten Messwiderstand.

20 25 Die vorstehend erwähnte spannungsseitige Fehlerstrommessung kann hierbei auch mit Spulen anstelle eines Messwiderstands erfolgen, was an sich hinlänglich bekannt ist.

In der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist ferner vorgesehen, dass die Messpunkte für die Fehlerstrommessung von dem Eingang der Treiberschaltung schaltungstechnisch entkoppelt sind, um eine eingangsseitige Verfälschung der Fehlerstrommessung zu vermeiden. Dies ist insbesondere dann sinnvoll, wenn die Treiberschaltung eingangsseitig einen Gleichspannungswandler aufweist. Die Entkopplung der in dem Aktorstromkreis angeordneten Messpunkte für die Fehlerstrommessung von dem Eingang der Treiberschaltung kann beispielsweise durch eine galvanische Trennung erfolgen, indem zwi-

schen dem Eingang der Treiberschaltung und dem Aktorstromkreis ein Transformator angeordnet wird.

Darüber hinaus umfasst die Erfindung auch eine entsprechend ausgestaltete Treiberschaltung, die eine Erkennung und Unterscheidung eines Kurzschlusses gegen Masse und Versorgungsspannung ermöglicht.

Andere vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüche enthalten oder werden nachstehend zusammen mit der Beschreibung des bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Figur 1 ein Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Treiberschaltung,

Figur 2a und 2b das erfindungsgemäße Überwachungsverfahren für die Treiberschaltung gemäß Figur 1 als Flussdiagramm sowie

Figur 3a bis 3h verschiedene Fehlerfälle der Treiberschaltung aus Figur 1.

Die in Figur 1 dargestellte Treiberschaltung dient zur elektrischen Ansteuerung piezoelektrischer Aktoren von Einspritzventilen einer Brennkraftmaschine. Zur Vereinfachung ist hierbei nur ein einziger Aktor CP dargestellt, obwohl bei einer mehrzylindrigen Brennkraftmaschine entsprechend der Anzahl von Brennräumen mehrere Aktoren vorhanden sind. Die nicht dargestellten Aktoren sind jedoch identisch aufgebaut und parallel zu dem Aktor CP angeschlossen, wie durch die gestrichelten Linien angedeutet ist.

Der Aktor CP ist - wie die nicht dargestellten weiteren Aktoren für die anderen Brennräume der Brennkraftmaschine - in Reihe mit einem Auswahlschalter 1 und einem Widerstand R1 geschaltet, wobei der Auswahlschalter 1 aus einer Parallelschaltung aus einem Schaltelement S1 und einer Diode D1 besteht. Der Auswahlschalter 1 ermöglicht es, einen der Aktoren für

einen Lade- bzw. Entladevorgang auszuwählen, indem der jeweilige Schalter S1 durchschaltet, während die entsprechenden Schalter für die anderen Aktoren trennen.

5 Die Stromversorgung der Treiberschaltung erfolgt durch einen Spannungswandler 2, der ausgangsseitig durch einen Kondensator C1 gepuffert ist und beim Einsatz in einem Kraftfahrzeug von dem Kraftfahrzeubordnetz mit einer Netzspannung $U_{NETZ}=42V$ versorgt wird.

10

Zwischen dem Aktor CP und dem Spannungswandler 2 ist hierbei ein Transformator 3 mit einer Primärwicklung W1 und einer Sekundärwicklung W2 angeordnet, wobei die Primärwicklung W1 mit dem Spannungswandler 2 verbunden ist, während die Sekundärwicklung mit dem Aktor CP verbunden ist.

15 Die Primärwicklung W1 des Transformators 3 ist in Reihe mit einem Widerstand R2 und einer Parallelschaltung aus einer Diode D2 und einem Ladeschalter S2 geschaltet. Zum Aufladen des Stellgliedes wird der Ladeschalter S2 mit vorgegebener Frequenz und vorgegebenem Tastverhältnis im Pulsbetrieb mit einer vorgegebenen Zahl von Pulsweitenmodulierten Signalen bei der vorgegebenen Ladespannung angesteuert. Während des leitenden Zustandes des Ladeschalters S2 steigt der Strom durch die Primärspule W1 an und wird zu einem vorgegebenen Zeitpunkt durch Öffnen (nichtleitendsteuern) des Ladeschalters S2 abgebrochen. In dieser nichtleitenden Phase der Primärseite fließt über die Sekundärwicklung W2 bei einem dem Windungsverhältnis W2/W1 entsprechenden Strom eine impulsförmige Spannung, die von einem Kondensator C2 geglättet wird, und lädt den Aktor CP mit jedem Strompuls weiter auf, bis schließlich nach der vorgegebenen Zahl von Pulsen eine vorgegebene Aktorspannung in etwa erreicht ist. Der Sekundärkreis wird beim Laden des Aktors CP über den Auswahlenschalter 1 geschlossen.

Die Sekundärwicklung W2 des Transformators 3 ist dagegen in Reihe mit zwei parallelen Schaltungszweigen geschaltet, wobei der eine Schaltungszweig aus einer Reihenschaltung einer Diode D3 und einem Widerstand R3 besteht, der den Strom während des Ladevorgangs führt, während der andere Schaltungszweig durch eine Reihenschaltung aus einem Entladeschalter S3 und einem Widerstand R4 gebildet wird und den Strom während des Entladens des Aktors CP führt.

10 Die Entladung des Aktors CP erfolgt ebenfalls mit pulsweitenmodulierten Signalen dadurch, dass der Entladeschalter S3 pulsförmig leitend und nichtleitend gesteuert wird, wodurch die Aktorspannung sinkt. Dabei fließt der Strom von dem Aktor CP über die Sekundärwicklung W2, den Entladeschalter S3 und 15 den Auswahlschalter 1 zurück zu dem Aktor CP.

Bei jedem Öffnen des Entladeschalters S3 wird ein Teil der Entladeenergie auf die Primärseite des Transformators 3 übertragen und in den Ladekondensator C1 rückgespeichert. Der 20 Primärstromkreis schließt sich über die Diode D2.

Die Ansteuerung des Auswahlschalters 1, des Ladeschalters S2 sowie des Entladeschalters S3 erfolgt in herkömmlicher Weise durch pulsweitenmodulierte Steuersignale und wird deshalb im 25 folgenden nicht weiter detailliert beschrieben.

Darüber hinaus weist die Treiberschaltung eine Diagnoseeinheit 4 auf, um einen Kurzschluss des Aktors CP oder eine Leistungsunterbrechung zu erkennen, wie anhand des in den Figuren 30 2a und 2b dargestellten Flussdiagramms später beschrieben wird.

35 Im folgenden werden zunächst verschiedene Fehlerfälle der Treiberschaltung beschrieben, die in den Figuren 3a bis 3h dargestellt sind und von der Diagnoseeinheit 4 erkannt werden können.

Figur 3a zeigt einen Massekurzschluss am positiven Anschluss des Aktors CP, so dass der Kondensator C2 vollständig über den Massekurzschluss entladen wird. Dies hat zum einen die Folge, dass die von der Diagnoseeinheit 4 gemessene Spannung 5 U_{C2} auf Null abfällt. Zum anderen sind die von der Diagnoseeinheit 4 gemessenen Ströme I_{R1} und I_{R3} in dem Aktorstromkreis bei einem Massekurzschluss an dem positiven Anschluss des Aktors CP nicht mehr exakt gleich, da der Aktorstromkreis dann mehrere Maschen aufweist. Die Diagnoseeinheit 4 kann also an- 10 hand einer Messung der Spannung U_{C2} und der Ströme I_{R1} und I_{R3} einen Massekurzschluss am positiven Anschluss des Aktors CP erkennen. Das von der Diagnoseeinheit 4 erzeugte Diagnosesignal 15 DIAG nimmt in diesem Fehlerfall den Wert $DIAG=1$ an, wobei die Bestimmung des Diagnosesignals $DIAG$ noch detailliert an- hand des in den Figuren 2a und 2b gezeigten Flussdiagramms beschrieben wird.

Figur 3b zeigt dagegen einen Kurzschluss gegen eine Batteriespannung von +12V am positiven Anschluss des Aktors CP. Auch 20 in diesem Fall stimmen die beiden Ströme I_{R1} und I_{R3} nicht exakt überein, da der Aktorstromkreis durch den Kurzschluss mehrere Maschen aufweist. Die von der Diagnoseeinheit 4 gemessene Spannung U_{C2} ist hierbei jedoch im wesentlichen 25 gleich der Batteriespannung ($U_{C2} \approx +12V$), was eine Unterscheidung von dem in Figur 3a gezeigten Massekurzschluss am positiven Anschluss des Aktors CP ermöglicht. Das von der Diagnoseeinheit 4 erzeugte Diagnosesignal $DIAG$ nimmt in diesem Fehlerfall den Wert $DIAG=2$ an, wobei die Bestimmung des Diagnosesignals $DIAG$ noch detailliert anhand des in den Figuren 2a 30 und 2b gezeigten Flussdiagramms beschrieben wird.

Figur 3c zeigt weiterhin einen Kurzschluss gegen eine Batteriespannung von +42V am positiven Anschluss des Aktors CP. In diesem Fehlerfall stimmen die Ströme I_{R1} und I_{R3} ebenfalls 35 nicht überein, da der Aktorstromkreis durch den Batteriekurzschluss mehrmaschig wird. Die Spannung U_{C2} ist dabei jedoch im wesentlichen gleich der Batteriespannung, d.h. es gilt

$U_{C2} \approx +42V$. Das von der Diagnoseeinheit 4 erzeugte Diagnosesignal DIAG nimmt in diesem Fehlerfall den Wert DIAG=3 an, wobei die Bestimmung des Diagnosesignals DIAG noch detailliert anhand des in den Figuren 2a und 2b gezeigten Flussdiagramms 5 beschrieben wird.

Ferner zeigt Figur 3d einen Fehlerfall der Treiberschaltung, in dem am negativen Anschluss des Aktors CP ein Massekurzschluss auftritt. Dies hat wiederum zur Folge, dass die Ströme 10 I_{R1} und I_{R3} unterschiedliche Werte annehmen, da der Aktorstromkreis durch den Kurzschluss mehrmaschig wird. Die Spannung U_{C2} hängt hierbei jedoch von dem Ladungszustand des Aktors ab und kann deutlich über der Batteriespannung von +42V liegen, was eine Unterscheidung von den vorstehend 15 beschriebenen Fehlerfällen ermöglicht, bei denen die Ströme I_{R1} und I_{R3} ebenfalls unterschiedlich sind. Das von der Diagnoseeinheit 4 erzeugte Diagnosesignal DIAG nimmt in diesem Fehlerfall den Wert DIAG=4 an, wobei die Bestimmung des Diagnosesignals DIAG noch detailliert anhand des in den Figuren 2a 20 und 2b gezeigten Flussdiagramms beschrieben wird.

Darüber hinaus zeigt Figur 3e einen Fehlerfall der Treiberschaltung, in dem am negativen Anschluss des Aktors CP ein Kurzschluss gegen eine Batteriespannung von +12V auftritt. Dies hat wiederum zur Folge, dass die Ströme I_{R1} und I_{R3} unterschiedliche Werte annehmen, da der Aktorstromkreis durch den Kurzschluss mehrmaschig wird. Die Spannung U_{C2} hängt hierbei ebenfalls von dem Ladungszustand des Aktors und kann deutlich über der Batteriespannung von +42V liegen, was eine 25 Unterscheidung von den in Figuren 3a bis 3c gezeigten Kurzschlüssen am positiven Anschluss des Aktors CP ermöglicht, bei denen die Ströme I_{R1} und I_{R3} ebenfalls unterschiedlich sind. Das von der Diagnoseeinheit 4 erzeugte Diagnosesignal DIAG nimmt in diesem Fehlerfall den Wert DIAG=5 an, wobei die 30 Bestimmung des Diagnosesignals DIAG noch detailliert anhand des in den Figuren 2a und 2b gezeigten Flussdiagramms beschrieben wird.

Ferner zeigt Figur 3f einen Fehlerfall der Treiberschaltung, in dem am negativen Anschluss des Aktors CP eine Kurzschluss gegen eine Batteriespannung von +42V auftritt. Hierbei nehmen 5 die Ströme I_{R1} und I_{R3} ebenfalls unterschiedliche Werte an, da der Aktorstromkreis durch den Kurzschluss mehrmaschig wird. Die Spannung U_{C2} hängt hierbei wiederum von dem Ladungszustand des Aktors und kann deutlich über der Batteriespannung von +42V liegen, was eine Unterscheidung von den in Figuren 10 3a bis 3c gezeigten Kurzschlüssen am positiven Anschluss des Aktors CP ermöglicht, bei denen die Ströme I_{R1} und I_{R3} ebenfalls unterschiedlich sind. Das von der Diagnoseeinheit 4 erzeugte Diagnosesignal DIAG nimmt in diesem Fehlerfall ebenfalls den Wert $DIAG=5$ an, wobei die Bestimmung des Diagnosesignals DIAG noch detailliert anhand des in den Figuren 2a 15 und 2b gezeigten Flussdiagramms beschrieben wird.

Die in den Figuren 3d bis 3f gezeigten Fehlerfälle mit einem Kurzschluss am negativen Anschluss des Aktors CP lassen sich 20 unterscheiden, wenn man bei einem Kurzschluss zusätzlich die Ladung betrachtet, die während einer vorgegebenen Zeitspanne über den Widerstand $R1$ gegen Masse abfließt. Diese elektrische Ladung ergibt sich nämlich bei aktiviertem Schalter $S1$ allein aus der Kurzschlussspannung 0V, +12V bzw. +42V, dem 25 Widerstand $R1$ und der Integrationszeit. Die dadurch mögliche Unterscheidung der verschiedenen Kurzschlussfälle am negativen Anschluss des Aktors CP wird später anhand der Figuren 2a und 2b detailliert beschrieben.

30 Figur 3g zeigt einen Fehlerfall der Treiberschaltung, bei dem über dem Aktor CP selbst ein Kurzschluss auftritt. In diesem Fall bleibt der Aktorstromkreis einmaschig, so dass die von der Diagnoseeinheit 4 gemessenen Ströme I_{R1} und I_{R3} im wesentlich gleich groß sind. Der in dem Aktorstromkreis fließende 35 Strom I_{R1} ist in diesem Fehlerfall jedoch wesentlich größer. Das von der Diagnoseeinheit 4 erzeugte Diagnosesignal DIAG nimmt in diesem Fehlerfall den Wert $DIAG=7$ an, wobei die Be-

stimmung des Diagnosesignals DIAG noch detailliert anhand des in den Figuren 2a und 2b gezeigten Flussdiagramms beschrieben wird.

5 Schließlich zeigt Figur 3h einen Fehlerfall der Treiberschaltung, in dem eine Leitungsunterbrechung in dem Aktorzweig des Aktorstromkreises auftritt. Die Leitungsunterbrechung wird hierbei durch einen unendlichen Leitungswiderstand R_L dargestellt. Dies hat zur Folge, dass die Treiberschaltung anstelle des Aktors CP den Kondensator C2 auflädt, so dass die von der Diagnoseeinheit 4 gemessene Spannung U_{C2} auf Werte von mehr als +200V ansteigen kann. Das von der Diagnoseeinheit 4 erzeugte Diagnosesignal DIAG nimmt in diesem Fehlerfall den Wert $DIAG=8$ an, wobei die Bestimmung des Diagnosesignals DIAG noch detailliert anhand des in den Figuren 2a und 2b gezeigten Flussdiagramms beschrieben wird.

Die folgende Tabelle zeigt die verschiedenen Fehlerzustände und den resultierenden Wert des Diagnosesignals:

20

DIAG: Zeichnung: Fehlerzustand:

0	Fig. 1	kein Fehler
1	Fig. 3a	Massekurzschluss am positiven Anschluss des Aktors CP
2	Fig. 3b	Batteriekurzschluss gegen +12V am positiven Anschluss des Aktors CP
3	Fig. 3c	Batteriekurzschluss gegen +42V am positiven Anschluss des Aktors CP
4	Fig. 3d	Kurzschluss am negativen Anschluss des Aktors CP gegen Masse oder Batterie
5	Fig. 3e	Batteriekurzschluss am negativen Anschluss des Aktors CP
6	---	Nicht spezifizierbarer Kurzschluss
7	Fig. 3g	Kurzschluss über dem Aktor CP
8	Fig. 3h	Leitungsunterbrechung

Im folgenden wird nun anhand der Figuren 2a und 2b das erfundungsgemäße Überwachungsverfahren beschrieben, das von der Diagnoseeinheit 4 durchgeführt wird.

5

Zunächst misst die Diagnoseeinheit 4 die elektrische Spannung U_{C2} , die über dem Kondensator C2 abfällt. Die Kenntnis dieser Spannung ermöglicht beispielsweise die Unterscheidung der in den Figuren 3a bis 3c dargestellten Kurzschlüsse am positiven 10 Anschluss des Aktors.

Darüber hinaus misst die Diagnoseeinheit 4 mittels eines Spannungsabgriffs die Spannung, die über dem Widerstand R1 abfällt, wobei diese Spannung den Strom i_{R1} wiedergibt, der 15 während des Ladevorgangs in dem Aktorstromkreis durch den Widerstand R1 und den Aktor CP fließt.

Der Strom i_{R1} wird dann über eine vorgegebene Beobachtungsdauer aufintegriert, um die Ladung Q_1 zu ermitteln, die während der Beobachtungsdauer über den Widerstand R1 gegen Masse abfließt. Die Kenntnis der Ladung Q_1 ermöglicht eine Unterscheidung der in den Figuren 3f-3h dargestellten Fehlerfälle, wie noch detailliert beschrieben wird.

25 Weiterhin misst die Diagnoseeinheit 4 über einen Spannungsabgriff die über dem Widerstand R3 abfallende Spannung, die den Strom i_{R3} wiedergibt, der während des Ladevorgangs im Aktorstromkreis durch den Widerstand R3 fließt.

30 Bei fehlerfreiem Betrieb ohne Kurzschluss oder Leitungsunterbrechung müssen die Ströme i_{R3} und i_{R1} ohne größere Abweichungen übereinstimmen. Die Diagnoseeinheit 4 berechnet deshalb den Fehlerstrom $\Delta i = i_{R3} + i_{R1}$ am Massepunkt und vergleicht diese Abweichung Δi mit einem negativen Grenzwert $I1 < 0A$ und einem 35 positiven Grenzwert $I2 > 0A$, um das Diagnosesignal DIAG in Abhängigkeit von dem Vergleich zu erzeugen.

Zunächst wird der Fehlerstrom Δi mit dem negativen Grenzwert I_{l1} verglichen, um zu überprüfen, ob ein Kurzschluss am positiven Anschluss des Aktors CP vorliegt. Bei einem Kurzschluss am positiven Anschluss des Aktors CP ist der Strom i_{R3} nämlich 5 betragmäßig wesentlich größer als der Strom i_{R1} , so dass der Fehlerstrom Δi den negativen Grenzwert I_{l1} unterschreitet. In diesem Fall setzt die Diagnoseeinheit 4 das erfundensgemäße Überwachungsverfahren mit den in Figur 2b gezeigten Verfahrensschritten fort, die nachfolgend beschrieben 10 werden.

In Figur 2b wird zunächst überprüft, ob der Kurzschluss am positiven Anschluss des Aktors CP ein Massekurzschluss ist. In diesem Fall muss nämlich die Spannung U_{C2} näherungsweise 15 mit dem Massepotential übereinstimmen. Die Diagnoseeinheit 4 vergleicht die gemessene Spannung U_{C2} deshalb mit Massepotential 0V und mit einem positiven Grenzwert +6V, wobei ein Massekurzschluss angenommen wird, wenn die Spannung U_{C2} innerhalb dieses Spannungsbereichs liegt. Die Diagnoseeinheit 4 20 setzt das Diagnosesignal DIAG dann auf den Wert DIAG=1, um einen Massekurzschluss am positiven Anschluss des Aktors CP anzuzeigen. Anschließend beendet die Diagnoseeinheit 4 dann das erfundensgemäße Überwachungsverfahren, da der Fehler erkannt und angezeigt wurde.

25 Andernfalls prüft die Diagnoseeinheit, ob der Kurzschluss am positiven Anschluss des Aktors CP ein Kurzschluss gegen die Batteriespannung von +12V ist. In einem solchen Fall muss die von der Diagnoseeinheit 4 gemessene Spannung U_{C2} nämlich zwischen 30 +6V und +19V liegen. Die Diagnoseeinheit 4 vergleicht die Spannung U_{C2} deshalb mit diesen Grenzwerten und setzt das Diagnosesignal DIAG ggf. auf einen Wert DIAG=2, um anzuzeigen, dass der positive Anschluss des Aktors CP einen Kurzschluss gegenüber der Batteriespannung von +12V aufweist. Anschließend beendet die Diagnoseeinheit 4 dann das erfundensgemäße Überwachungsverfahren, da der Fehler erkannt und angezeigt wurde.

Falls die Prüfung der Spannung U_{C2} weder einen Massekurzschluss noch einen Batteriekurzschluss gegen +12V am positiven Anschluss des Aktors CP ergibt, so prüft die Diagnoseeinheit 4 in einem nächsten Schritt, ob der positive Anschluss des Aktors CP einen Kurzschluss gegen die Batteriespannung von +42V aufweist. In diesem Fall muss die von der Diagnoseeinheit 4 gemessene Spannung U_{C2} nämlich zwischen +19V und +60V liegen. Die Diagnoseeinheit 4 vergleicht die Spannung U_{C2} deshalb mit diesen Grenzwerten und setzt das Diagnosesignal $DIAG$ ggf. auf einen Wert $DIAG=3$, um anzuzeigen, dass der positive Anschluss des Aktors CP einen Kurzschluss gegenüber der Batteriespannung von +42V aufweist. Anschließend beendet die Diagnoseeinheit 4 dann das erfindungsgemäße Überwachungsverfahren, da der Fehler erkannt und angezeigt wurde.

Wenn auch diese Prüfung keinen Kurzschluss am positiven Anschluss des Aktors CP ergibt, so wird in einem nächsten Schritt ein Kurzschluss am negativen Anschluss des Aktors CP angenommen. Hierbei kann jedoch nicht weiter spezifiziert werden, ob der negative Anschluss des Aktors CP einen Kurzschluss gegenüber Masse oder gegenüber Batteriespannung aufweist. Es kann also einer der in den Figuren 3d bis 3f dargestellten Fehlerfälle vorliegen. Die Diagnoseeinheit 4 setzt das Diagnosesignal $DIAG$ dann mangels weiterer Informationen auf den Wert $DIAG=4$ und beendet anschließend das Überwachungsverfahren.

Im folgenden wird nun die Beschreibung von Figur 2a für den Fall fortgesetzt, dass der Fehlerstrom Δi positiv oder betragsmäßig kleiner als der Grenzwert I_1 ist.

In diesem Fall wird in einem nächsten Schritt überprüft, ob der Fehlerstrom Δi den positiven Grenzwert I_2 überschreitet.

35

Falls diese nicht der Fall ist, so sind die beiden Ströme i_{R1} und i_{R3} im wesentlichen gleich groß. Dies lässt den Schluss

zu, dass weder ein Batteriekurzschluss noch ein Massekurzschluss vorliegt.

In einem weiteren Schritt wird dann geprüft, ob ein Kurzschluss über dem Aktor CP vorliegt, was als Fehlerfall in Figur 3g dargestellt ist. Hierzu vergleicht die Diagnoseeinheit 4 die über den Widerstand R1 nach Masse abgeflossene Ladung Q_1 mit einem vorgegebenen Grenzwert Q_{MAX} . Falls die Ladung Q_1 den Grenzwert Q_{MAX} überschreitet, so liegt ein Kurzschluss über dem Aktor CP vor und die Diagnoseeinheit 4 setzt das Diagnosesignal DIAG auf den Wert DIAG=7. Anschließend beendet die Diagnoseeinheit 4 dann das erfindungsgemäße Überwachungsverfahren, da der Fehler erkannt und angezeigt wurde.

15 Andernfalls prüft die Diagnoseeinheit 4 in einem weiteren Schritt, ob der in Figur 3h dargestellte Fehlerfall einer Leitungsunterbrechung vorliegt. Hierzu vergleicht die Diagnoseeinheit 4 die gemessene Spannung U_{C2} mit einem vorgegebenen Grenzwert von +200V. Falls die Spannung U_{C2} den Grenzwert überschreitet, so liegt eine Leitungsunterbrechung vor und die Diagnoseeinheit 4 setzt das Diagnosesignal DIAG auf den Wert DIAG=8. Anschließend beendet die Diagnoseeinheit 4 dann das erfindungsgemäße Überwachungsverfahren, da der Fehler erkannt und angezeigt wurde.

25 Falls die Überprüfung des Fehlerstroms Δi dagegen ergibt, dass der positive Grenzwert I_2 überschritten wird, so muss ein Kurzschluss im Aktorstromkreis vorliegen.

30 In einem nächsten Schritt wird dann überprüft, ob die über den Widerstand R1 nach Masse abgeflossene Ladung den vorgegebenen Grenzwert Q_{MAX} überschreitet.

35 Falls dies der Fall ist, so liegt ein Batteriekurzschluss am negativen Anschluss des Aktors CP vor und die Diagnoseeinheit setzt das Diagnosesignal DIAG auf den Wert DIAG=5. Anschließend beendet die Diagnoseeinheit 4 dann das erfindungsgemäße

Überwachungsverfahren, da der Fehler erkannt und angezeigt wurde.

Andernfalls liegt dagegen ein nicht näher spezifizierbarer

- 5 Kurzschluss vor, so dass die Diagnoseeinheit das Diagnosesignal DIAG auf den Wert DIAG=6 setzt und das Überwachungsverfahren anschließend beendet, da der Fehler erkannt und angezeigt wurde.
- 10 Bei dem vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel der Erfindung kann die Fehlererkennung nur während eines Ladevorgangs durchgeführt werden, da nur dann der Strom in dem Akторstromkreis durch den Widerstand R3 fließt und gemessen werden kann. Während eines Entladevorgangs ist dagegen der
- 15 Entladeschalter S3 geschlossen, so dass der Strom in dem Aktorstromkreis durch den Widerstand R4 fließt.

In einer Variante der Erfindung wird deshalb zusätzlich der Strom i_{R4} durch den Widerstand R4 gemessen, um auch während

- 20 eines Entladevorgangs eine Fehlererkennung zu ermöglichen. Hierzu ist zusätzlich ein gestrichelt dargestellter Spannungsabgriff vorgesehen, über den die Diagnoseeinheit 4 den Strom i_{R4} durch den Widerstand R4 misst.

- 25 Die Erfindung ist nicht auf das vorstehend beschriebene bevorzugte Ausführungsbeispiel beschränkt. Vielmehr ist eine Vielzahl von Varianten und Abwandlungen möglich, die ebenfalls von dem Erfindungsgedanken Gebrauch machen und deshalb in den Schutzbereich fallen.

Patentansprüche

1. Überwachungsverfahren für einen Aktor (CP), insbesondere
5 für einen piezoelektrischen Aktor (CP) eines Einspritzventils
einer Brennkraftmaschine, mit den folgenden Schritten:

- Messung des in einem Aktorstromkreis durch den Aktor (CP)
fließenden elektrischen Stroms (i_{R1}),
- Messung des in dem Aktorstromkreis vor oder nach dem Aktor
(CP) fließenden elektrischen Stroms (i_{R3}),
- Vergleich der beiden gemessenen Ströme (i_{R1} , i_{R3}) zur Er-
kennung einer Störung und
- Erzeugung eines die Störung anzeigen Diagnosesig-
nals (DIAG) in Abhängigkeit von dem Vergleich,

15 dadurch gekennzeichnet,
dass das Diagnosesignal (DIAG) zur Unterscheidung eines Mas-
sekurzschlusses, eines Spannungskurzschlusses und eines feh-
lerfreien Zustands in Abhängigkeit von dem Vergleich der ge-
messenen Ströme mindestens drei verschiedene Werte annimmt.

20

2. Überwachungsverfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Diagnosesignal (DIAG) zur Unterscheidung eines Span-
nungskurzschlusses gegen eine erste Spannung und eines Span-
nungskurzschlusses gegen eine zweite Spannung in Abhängigkeit
25 von dem Vergleich der beiden gemessenen Ströme (i_{R1} , i_{R3}) min-
destens vier verschiedene Werte annimmt.

25

3. Überwachungsverfahren nach Anspruch 1 und/oder An-
spruch 2,

30

dadurch gekennzeichnet,
dass die elektrische Spannung (U_{C2}) in dem Aktorstromkreis
gemessen und das Diagnosesignal (DIAG) in Abhängigkeit von
der gemessenen Spannung (U_{C2}) erzeugt wird.

35

4. Überwachungsverfahren nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,

dass der Spannungsanstieg ermittelt und das Diagnosesignal (DIAG) in Abhängigkeit von dem gemessenen Spannungsanstieg erzeugt wird.

5 5. Überwachungsverfahren nach Anspruch 3,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Spannung (U_{c2}) während eines Ladevorgangs gemessen
und das Diagnosesignal (DIAG) in Abhängigkeit von der gemes-
senen Spannung (U_{c2}) erzeugt wird.

10 6. Überwachungsverfahren nach Anspruch 3,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Spannung (U_{c2}) zwischen einem Ladevorgang und einem
Entladenvorgang gemessen und das Diagnosesignal (DIAG) in Ab-
15 hängigkeit von der gemessenen Spannung (U_{c2}) erzeugt wird.

7. Überwachungsverfahren nach mindestens einem der vorher-
gehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
20 das die Messung des in dem Aktorstromkreis fließenden Stroms
(i_{R1}, i_{R2}) an zwei masseseitigen Messpunkten erfolgt.

8. Überwachungsverfahren nach mindestens einem der Ansprü-
che 1 bis 6,
25 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
das die Messung des in dem Aktorstromkreis fließenden Stroms
(i_{R1}, i_{R2}) an zwei spannungsseitigen Messpunkten erfolgt.

9. Überwachungsverfahren nach mindestens einem der Ansprü-
che 1 bis 6,
30 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
das die Messung des in dem Aktorstromkreis fließenden Stroms
(i_{R1}, i_{R2}) an einem masseseitigen Messpunkt und an einem span-
nungsseitigen Messpunkt erfolgt.

10. Treiberschaltung für einen Aktor (CP), insbesondere für einen piezoelektrischen Aktor (CP) für ein Einspritzventil einer Brennkraftmaschine, mit

5 einem Aktorstromkreis zum Laden und Entladen des in dem Aktorstromkreis angeordneten Aktors (CP),

einer ersten Messeinrichtung (R_1 , 4) zur Messung des durch den Aktor (CP) fließenden elektrischen Stroms (i_{R1}),

10

einer zweiten Messeinrichtung (R_3 , 4) zur Messung des in dem Aktorstromkreis vor oder nach dem Aktor (CP) fließenden elektrischen Stroms (i_{R3}),

15

einer Vergleichereinheit (4) zum Vergleich der beiden gemessenen elektrischen Ströme (i_{R1} , i_{R3}) und zur Erzeugung eines Diagnosesignals (DIAG) in Abhängigkeit von dem Vergleich,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

20

dass das Diagnosesignal (DIAG) zur Unterscheidung eines Mas- sekurzschlusses, eines Spannungskurzschlusses und eines feh- lerfreien Zustands in Abhängigkeit von dem Vergleich der ge- messenen Ströme (i_{R1} , i_{R3}) mindestens drei verschiedene mögli- 25 che Werte aufweist.

11. Treiberschaltung nach Anspruch 10,

g e k e n n z e i c h n e t d u r c h

einen Transformator (3) mit einer Primärwicklung (W1) und ei- 30 ner Sekundärwicklung (W2), wobei die Sekundärwicklung (W2) in dem Aktorstromkreis angeordnet ist,

12. Treiberschaltung nach Anspruch 10 und/oder Anspruch 11,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

35 dass der Aktorstromkreis einen ersten Schaltungszweig (S3, R4) und einen parallelen zweiten Schaltungszweig (D3, R3) aufweist,

wobei der erste Schaltungszweig (S3, R4) einen Entladeschalter (S3) enthält und den elektrischen Strom während des Entladevorgangs führt,

5 während der zweite Schaltungszweig (D3, R3) eine Diode (D3) enthält und den elektrischen Strom während des Ladevorgangs führt.

13. Treiberschaltung nach mindestens einem der Ansprüche 10 bis 12,

10 dadurch gekennzeichnet,
dass die erste Messeinrichtung einen ersten Messwiderstand (R1) aufweist, der mit dem Aktor (CP) in Reihe geschaltet ist.

15 14. Treiberschaltung nach mindestens einem der Ansprüche 10 bis 13,

dadurch gekennzeichnet,
dass die zweite Messeinrichtung einen zweiten Messwiderstand (R3) aufweist, der mit der Sekundärwicklung (W2) des Trans-
20 formators (3) in Reihe geschaltet ist.

15. Treiberschaltung nach Anspruch 14,

dadurch gekennzeichnet,

dass der zweite Messwiderstand (R3) in dem zweiten Schal-

25 tzungszweig (D3, R3) angeordnet ist.

16. Treiberschaltung nach mindestens einem der Ansprüche 10 bis 15,

gekennzeichnet durch

30 eine dritte Messeinrichtung (C2, 4) zur Messung der während des Ladevorgangs in dem Aktorstromkreis entstehenden elektrischen Spannung (U_{C2}), wobei die dritte Messeinrichtung mit der Vergleichereinheit (4) verbunden ist, um das Diagnosesignal (DIAG) in Abhängigkeit von der gemessenen Spannung (U_{C2})

35 zu erzeugen.

17. Treiberschaltung nach mindestens einem der Ansprüche 10 bis 16,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

dass die erste Messeinrichtung (R1, 4) und die zweite Messeinrichtung (R3, 4) in dem Aktorstromkreis masseseitig angeordnet sind.

5 18. Treiberschaltung nach mindestens einem der Ansprüche 10 bis 17,

10 10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

dass die erste Messeinrichtung und die zweite Messeinrichtung in dem Aktorstromkreis spannungsseitig angeordnet sind.

15 19. Treiberschaltung nach mindestens einem der Ansprüche 10 bis 17,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

dass eine der beiden Messeinrichtungen masseseitig angeordnet ist, während die andere Messeinrichtung spannungsseitig angeordnet ist.

20

20. Treiberschaltung nach mindestens einem der Ansprüche 10 bis 19,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

dass die erste Messeinrichtung (R1, 4) und/oder die zweite

25 Messeinrichtung (R3, 4) von dem Schaltungseingang entkoppelt sind.

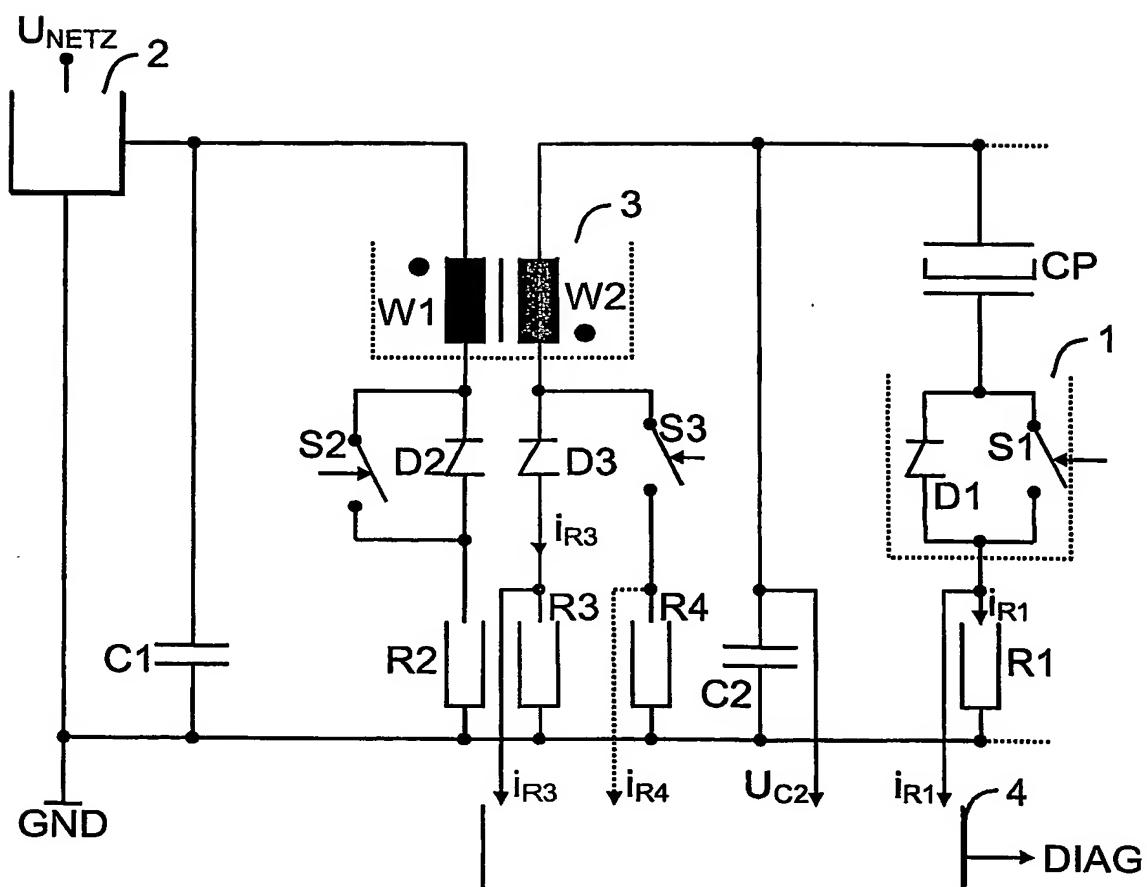


FIG 1

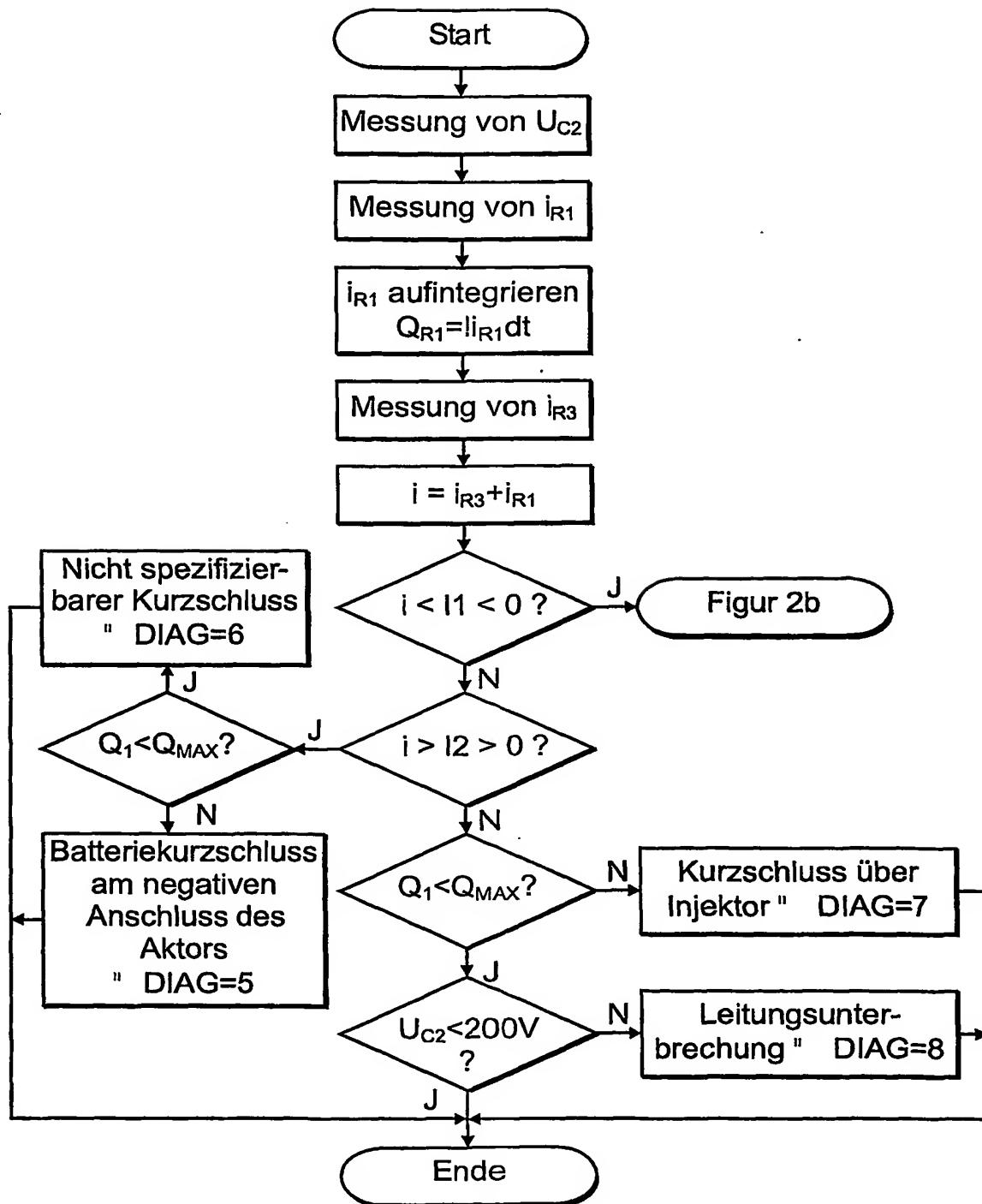


FIG 2a

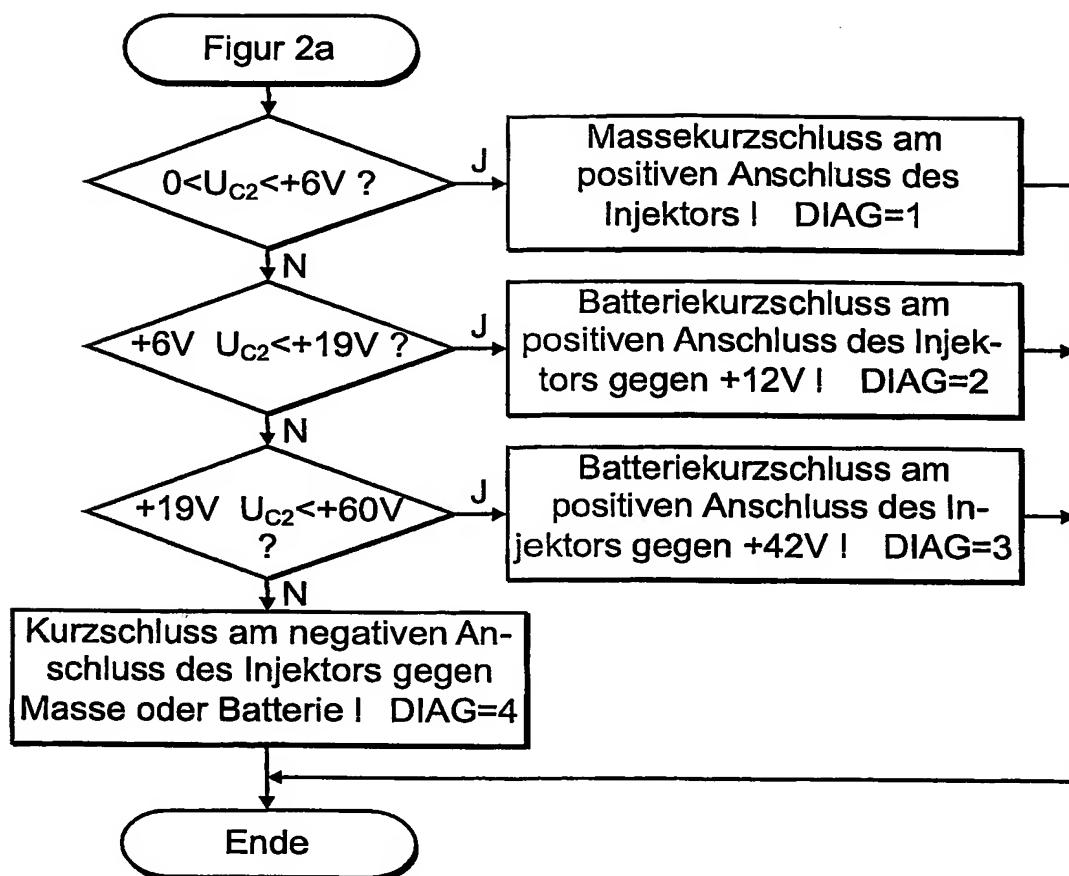


FIG 2b

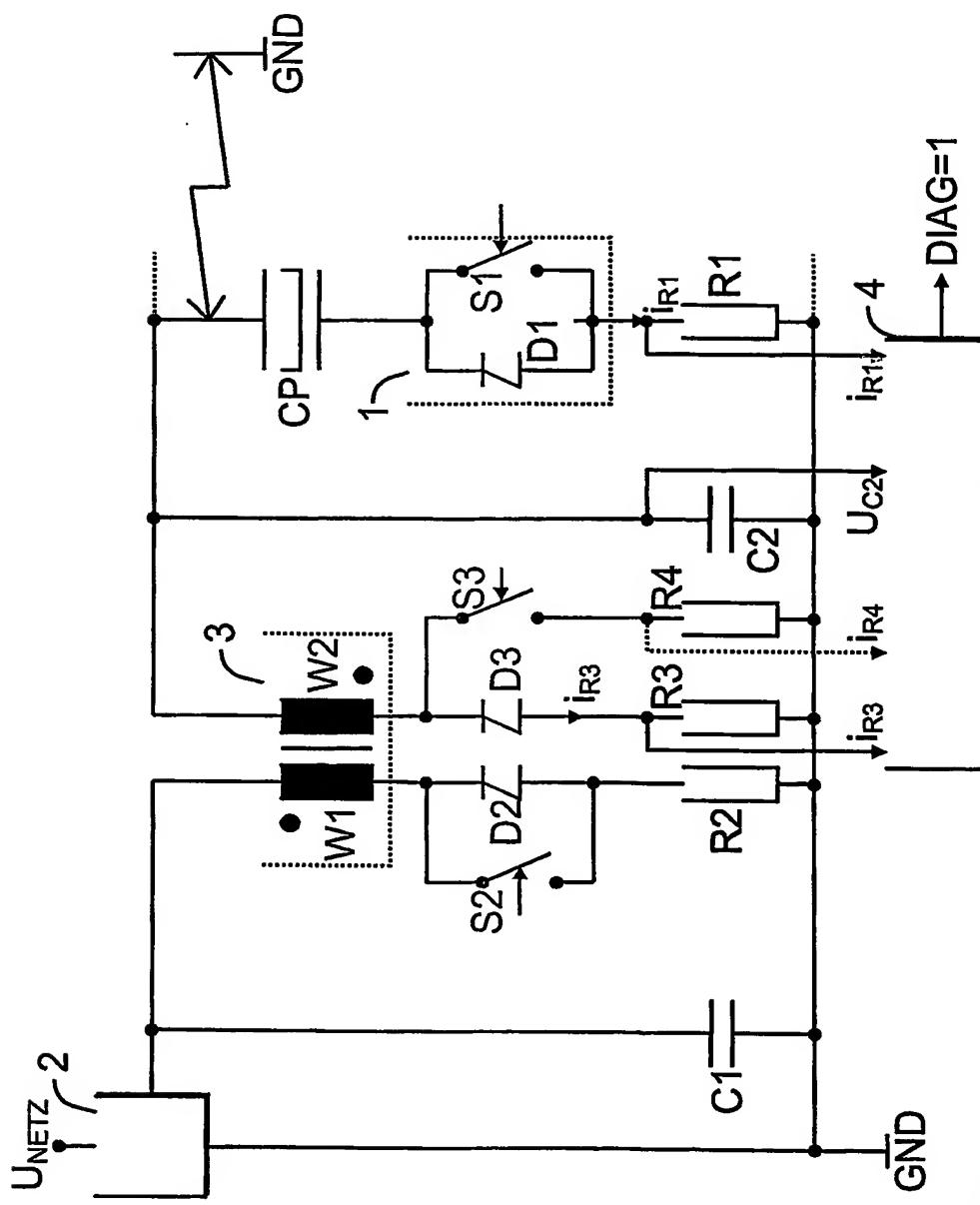


FIG 3a

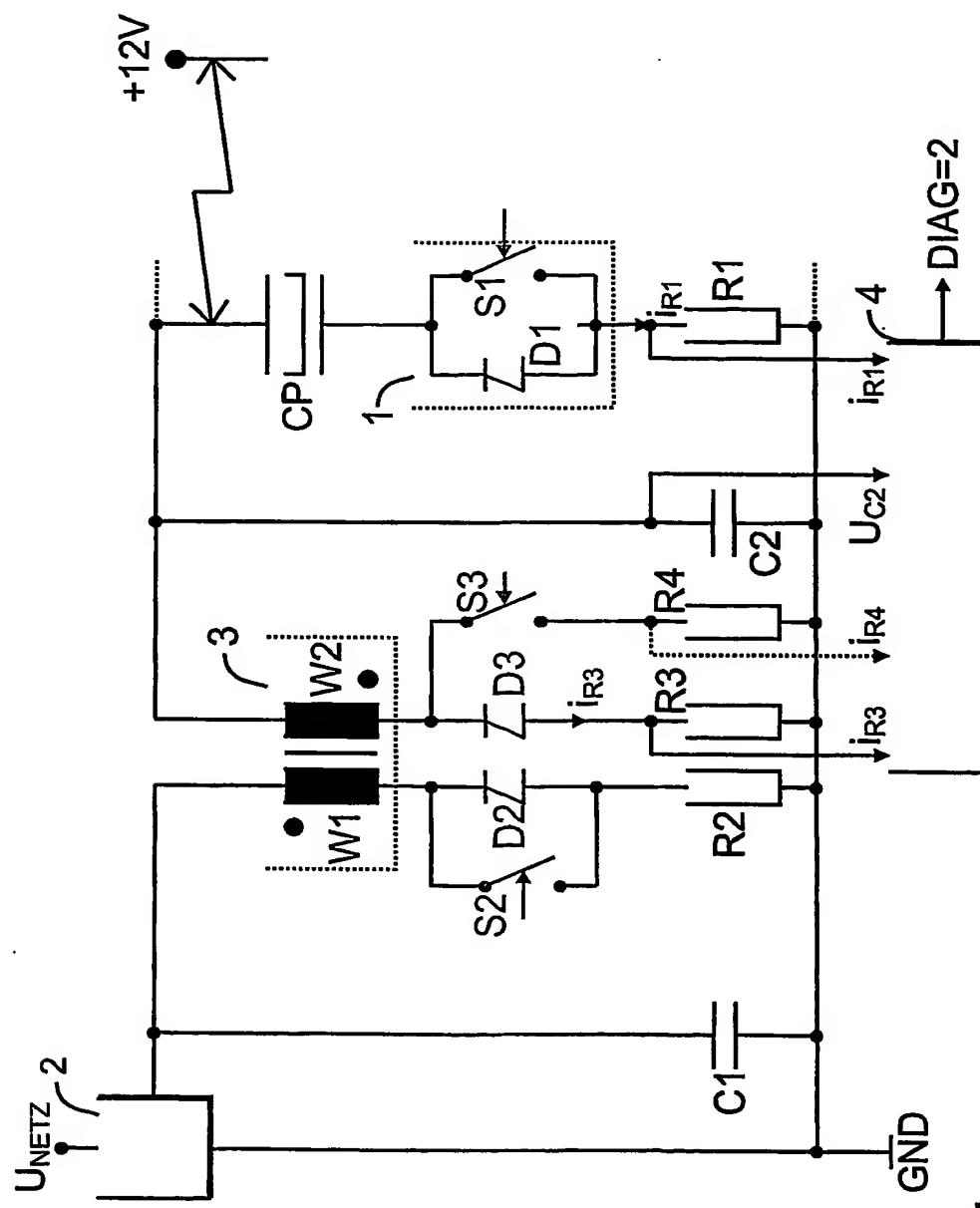


FIG 3b

6 / 11

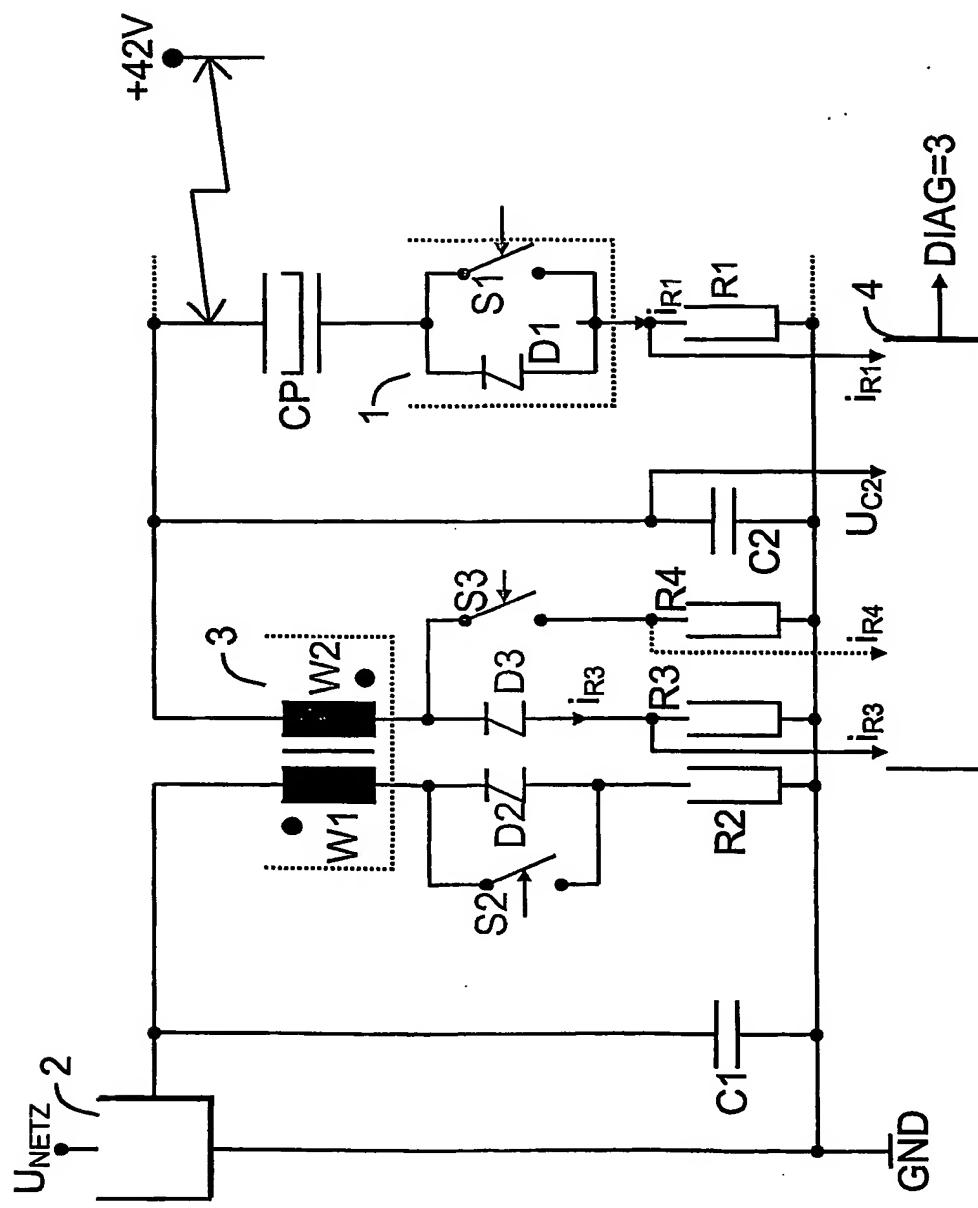


FIG 3C

7 / 11

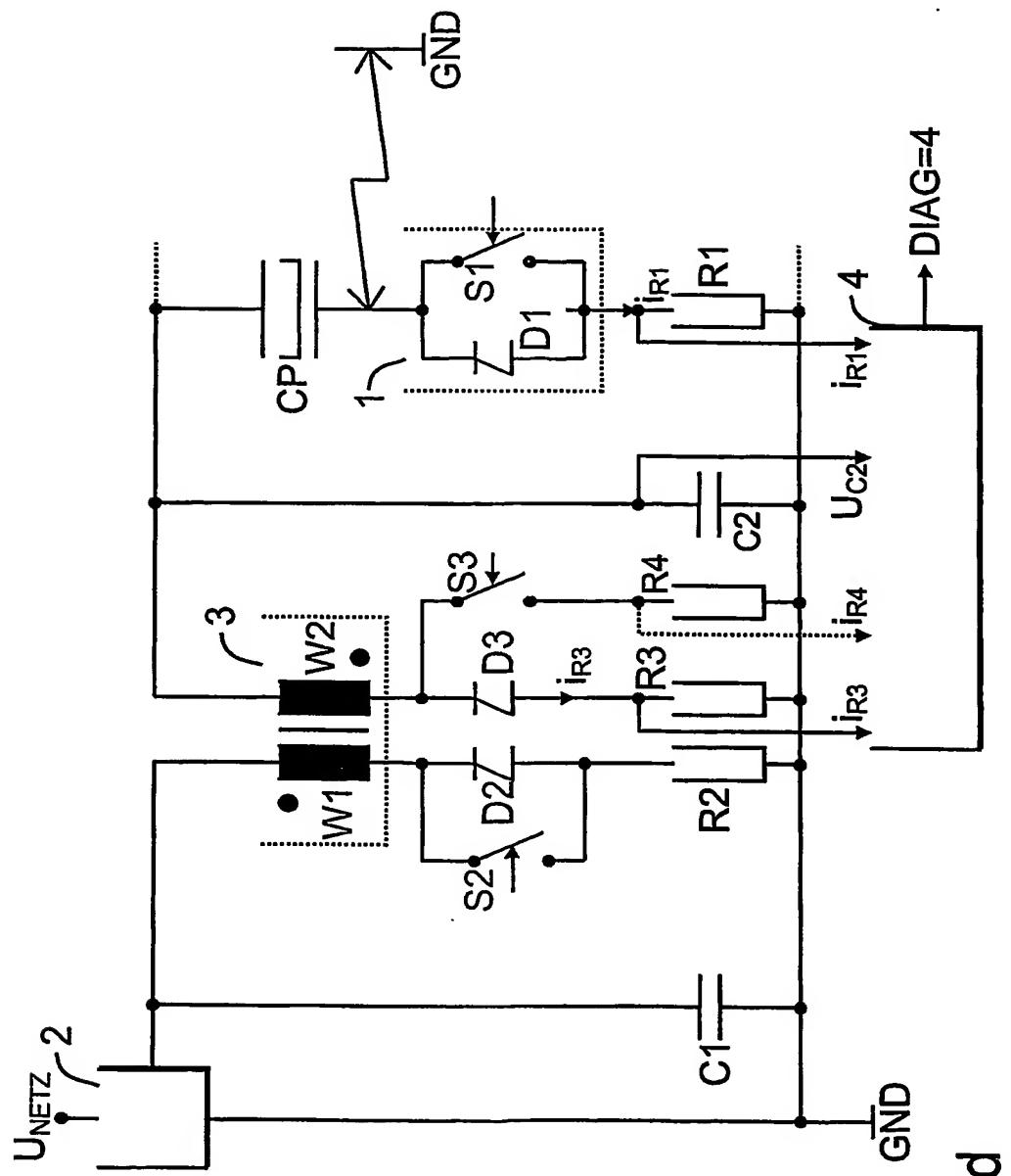


FIG 3d

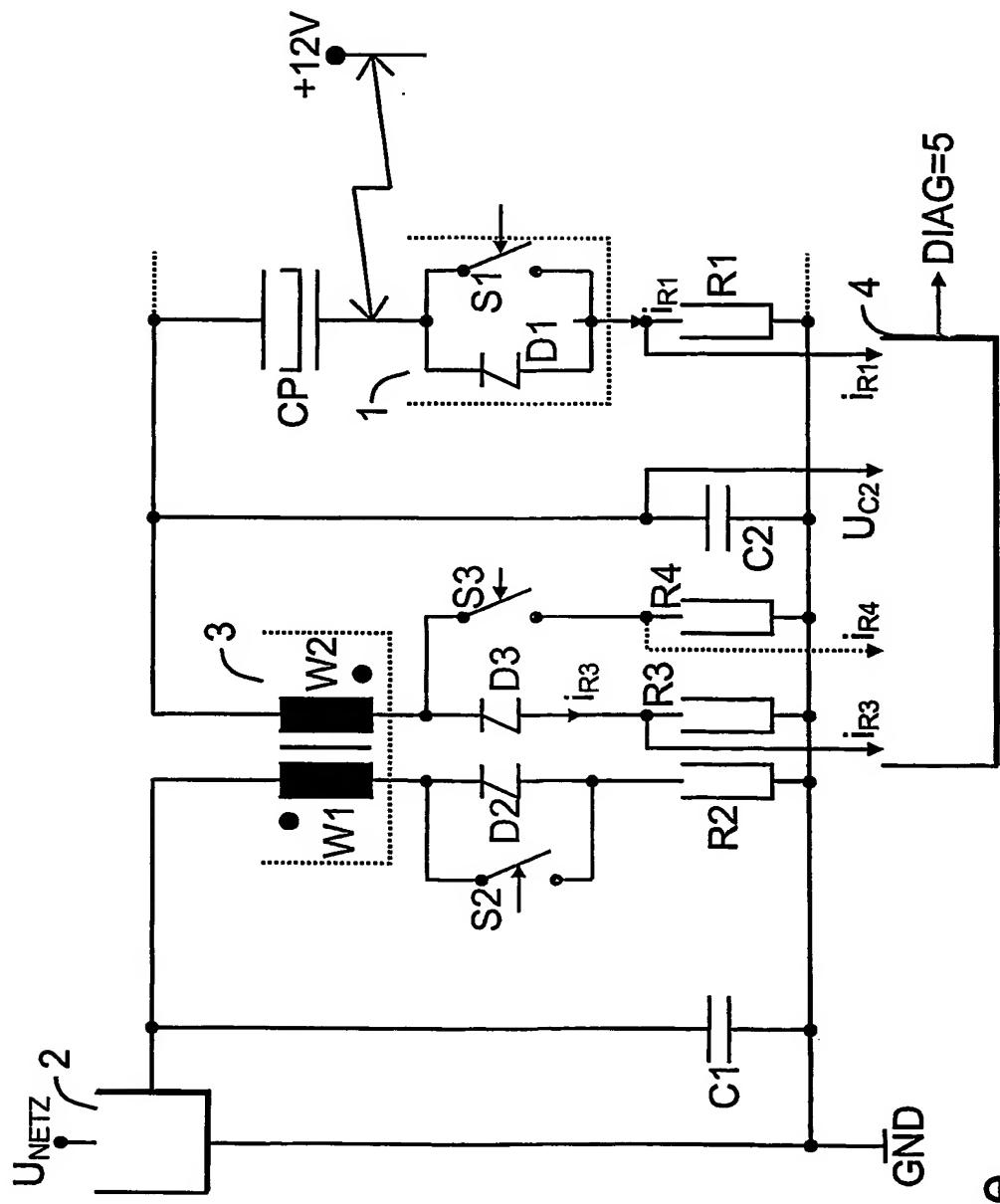


FIG 3e

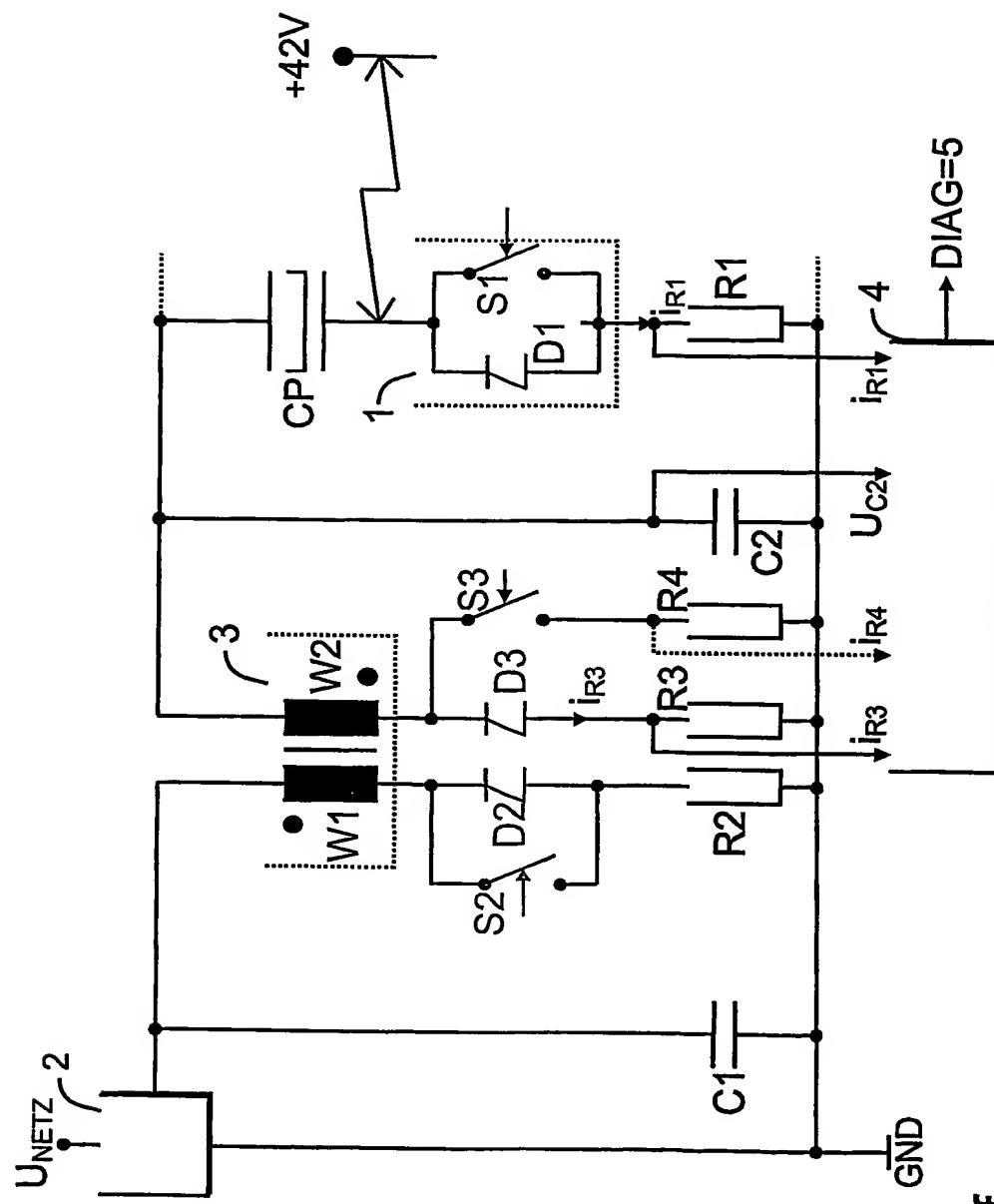


FIG 3f

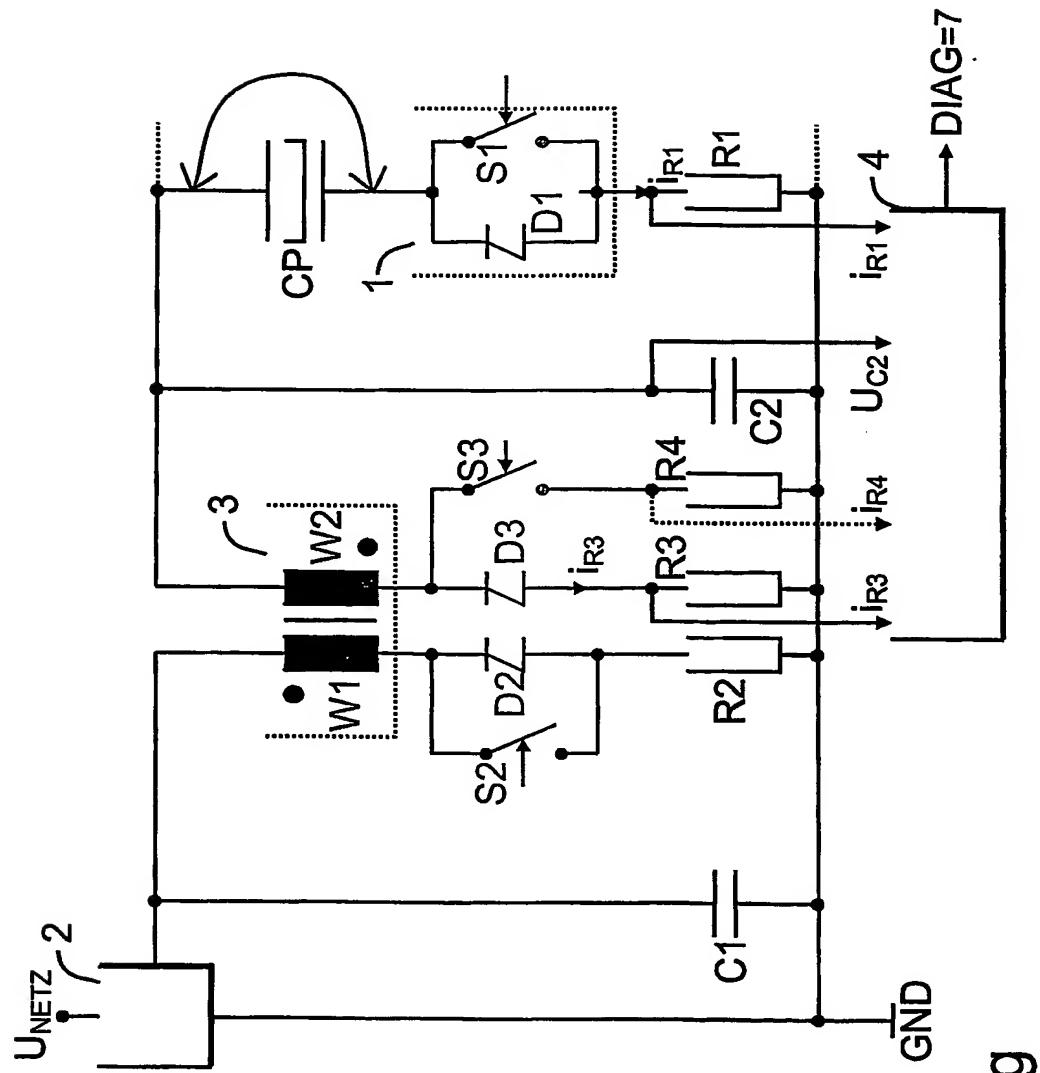


FIG 3g

11 / 11

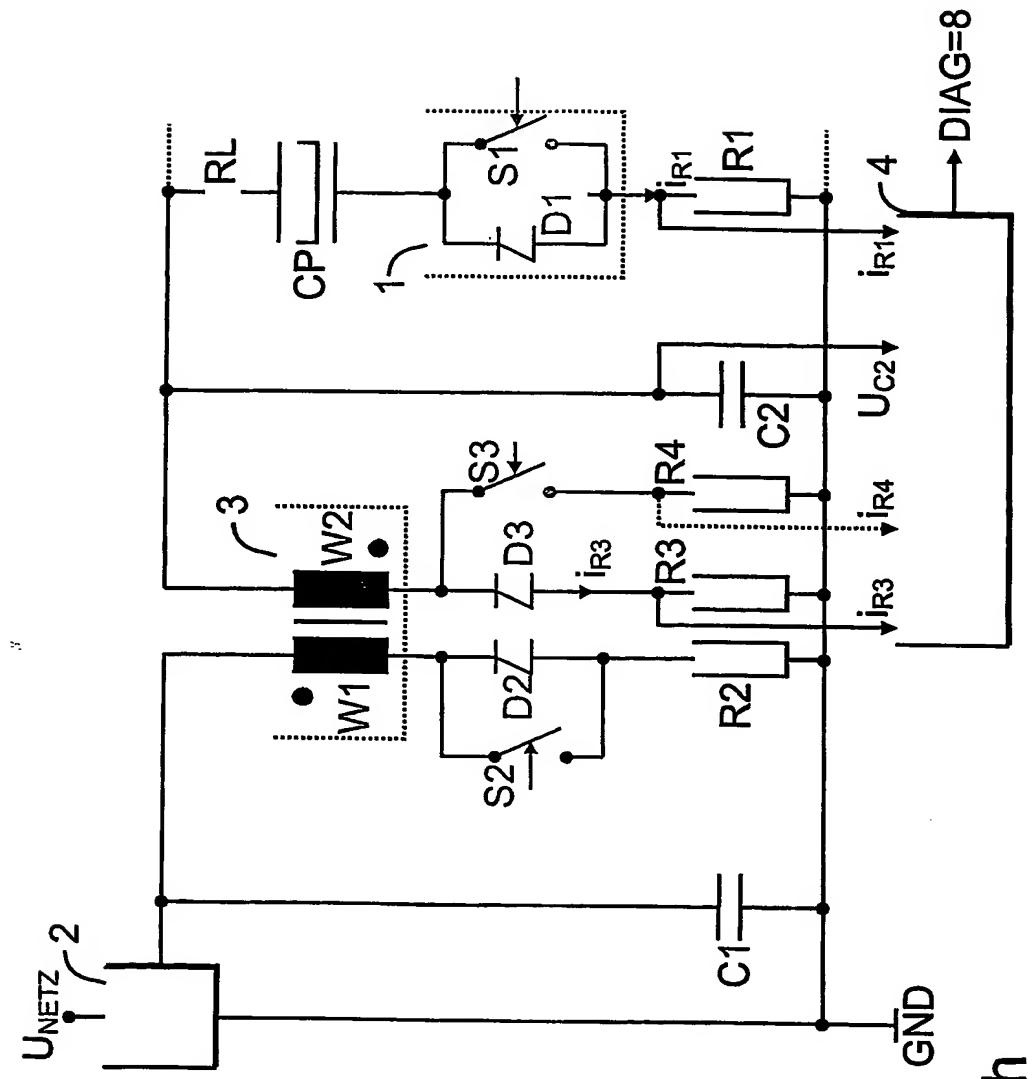


FIG 3h

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 03/03635

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 F02D41/20 F02D41/22 G01R31/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 IPC 7 F02D G01R

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 1 138 917 A (BOSCH GMBH ROBERT) 4 October 2001 (2001-10-04) cited in the application abstract; figures 3,4 paragraphs '0027!, '0040!, '0068!, '0069!	1,2, 7-11,13, 14,17-20
Y	EP 0 358 972 A (MARELLI AUTRONICA) 21 March 1990 (1990-03-21) page 4, line 15 – line 57	1,2, 7-11,13, 14,17-20
A	EP 1 139 442 A (BOSCH GMBH ROBERT) 4 October 2001 (2001-10-04) abstract paragraphs '0050!, '0060!, '0074!	1,10 -/-

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 March 2004

Date of mailing of the international search report

16/03/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL – 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Röttger, K

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 93/03635

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	RUDOLPH G: "INTELLIGENTER DOPPELTREIBER FUER INDUKTIVE LASTEN" ELEKTRONIK, FRANZIS VERLAG GMBH. MUNCHEN, DE, vol. 42, no. 7, 6 April 1993 (1993-04-06), pages 86,91-93, XP000356036 ISSN: 0013-5658 the whole document _____	1,10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE 03/03635

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
EP 1138917	A 04-10-2001	EP 1138917 A1		04-10-2001
		JP 2001349241 A		21-12-2001
		US 2002000761 A1		03-01-2002
EP 0358972	A 21-03-1990	IT 1223822 B		29-09-1990
		AT 78081 T		15-07-1992
		DE 68902028 D1		13-08-1992
		DE 68902028 T2		14-06-1995
		EP 0358972 A1		21-03-1990
		ES 2033058 T3		01-03-1993
		JP 2091580 A		30-03-1990
		US 5173832 A		22-12-1992
EP 1139442	A 04-10-2001	EP 1139442 A1		04-10-2001
		JP 2002010658 A		11-01-2002
		US 2001054858 A1		27-12-2001

INTERNATIONALES RECHERCHENBERICHT

Internationale Patentzeichen
PCT/DE 03/03635A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F02D41/20 F02D41/22 G01R31/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 F02D G01R

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	EP 1 138 917 A (BOSCH GMBH ROBERT) 4. Oktober 2001 (2001-10-04) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung; Abbildungen 3,4 Absätze '0027!, '0040!, '0068!, '0069! ---	1,2, 7-11,13, 14,17-20
Y	EP 0 358 972 A (MARELLI AUTRONICA) 21. März 1990 (1990-03-21) Seite 4, Zeile 15 - Zeile 57 ---	1,2, 7-11,13, 14,17-20
A	EP 1 139 442 A (BOSCH GMBH ROBERT) 4. Oktober 2001 (2001-10-04) Zusammenfassung Absätze '0050!, '0060!, '0074! ---	1,10 -/-

 Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem Internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem Internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- *&* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche	Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts
9. März 2004	16/03/2004
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Röttger, K

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationaler Rektenzeichen

PCT/DE 93/03635

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie ^o	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	RUDOLPH G: "INTELLIGENTER DOPPELTREIBER FUER INDUKTIVE LASTEN" ELEKTRONIK, FRANZIS VERLAG GMBH. MUNCHEN, DE, Bd. 42, Nr. 7, 6. April 1993 (1993-04-06), Seiten 86,91-93, XP000356036 ISSN: 0013-5658 das ganze Dokument -----	1,10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur gleichen Patentfamilie gehören

Internationaler Patentanzeichen

PCT/DE 03/03635

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 1138917	A	04-10-2001	EP	1138917 A1		04-10-2001
			JP	2001349241 A		21-12-2001
			US	2002000761 A1		03-01-2002
EP 0358972	A	21-03-1990	IT	1223822 B		29-09-1990
			AT	78081 T		15-07-1992
			DE	68902028 D1		13-08-1992
			DE	68902028 T2		14-06-1995
			EP	0358972 A1		21-03-1990
			ES	2033058 T3		01-03-1993
			JP	2091580 A		30-03-1990
			US	5173832 A		22-12-1992
EP 1139442	A	04-10-2001	EP	1139442 A1		04-10-2001
			JP	2002010658 A		11-01-2002
			US	2001054858 A1		27-12-2001